

УДК 574-502.34

ЭФФЕКТИВНОСТЬ ФУНКЦИОНИРОВАНИЯ ОЧИСТНОЙ СИСТЕМЫ МОБИЛЬНОГО КОМПЛЕКСА ТЕРМОКАТАЛИТИЧЕСКОГО ОБЕЗВРЕЖИВАНИЯ ОТХОДОВ

© 2011 г. Л. Л. Товажнянский, В. Е. Ведь, В. А. Кощий, А. И. Ровенский,
В. П. Мешалкин*, Е. В. Краснокутский

*Национальный технический университет “Харьковский
политехнический институт”, Украина*

**Российский химико-технологический университет им. Д.И. Менделеева, Москва
ved@kpi.kharkov.ua*

Поступила в редакцию 30.05.2011 г.

Описана конструкция и назначение основных узлов мобильного мусороперерабатывающего комплекса типа МПК. Представлены экспериментальные данные по каталитической очистке выпускных газов. Определено, что концентрации вредных соединений в отходящих газах мусороперерабатывающего комплекса МПК являются значительно меньшими, нежели допускаемые нормативными документами к выбросам в атмосферу.

ВВЕДЕНИЕ

Мировая практика утилизации муниципальных и горючей части промышленных отходов в наиболее промышленно развитых странах мира ФРГ, США, Австрии, Франции, Швеции, Италии и др. показала, что наиболее приемлемыми методами переработки являются термические [1]. Среди них термокаталитические методы являются наиболее эффективными, универсальными и экологически безопасными [2].

Использование современных термокаталитических методов позволяет решить две социально-экономические проблемы:

— утилизация имеющихся и непрерывно поступающих отходов и предотвращение дальнейшего их накопления путем применения экологически безопасной технологии переработки;

— пополнение материально-энергетической ресурсной базы перерабатывающих производств за счет отсортировывания части коммерческих отходов, поступающих на утилизацию, а также за счет использования вторичного тепла отходящих газов [3].

Мобильные мусороперерабатывающие установки способствуют устранению негативного влияния накопления твердых промышленных и потребительских отходов на среду обитания человека на сравнительно небольших объектах; при этом они могут обслуживать определенное число производителей отходов на значительном территориальном пространстве без нанесения ущерба окружающей среде накоплением мусора [3, 4].

Научно-производственной фирмой “Технология” под эгидой Северо-Восточного центра АН Украины и Южной железной дороги при участии ряда институтов, университетов и предприятий спроектированы, выпущены и введены в промышленную эксплуатацию мобильные мусороперерабатывающие комплексы серии МПК производительностью от 50 до 400 кг/ч и стационарные установки производительностью до 5 т/ч.

Разработанные установки базируются на экологически безопасной отечественной технологии сжигания твердых бытовых и промышленных отходов, полностью соответствующей требованиям Европейских стандартов, а по отдельным показателям и превосходящих их. Введенные в промышленную эксплуатацию перерабатывающие комплексы решают проблему негативного влияния накопления твердых бытовых отходов (ТБО) на среду обитания человека на сравнительно небольших объектах. В конструкциях установок учтен мировой опыт обращения с ТБО, полностью реализованы вопросы экологически безопасного уничтожения ТБО.

В установках реализован комплексный подход в обращении с отходами, сочетающий сортировку ТБО с извлечением вторсырья и сжигание остатка, который обеспечивает максимальную экологическую и экономическую эффективность. Разработки защищены патентами Украины и Российской Федерации [5].

В настоящей работе рассмотрена эффективность функционирования очистной системы мобильного комплекса термокаталитического обезвреживания отходов.

ОСНОВНАЯ ЧАСТЬ

ТБО (табл. 1) являются сложной многокомпонентной смесью, включающей многие сырьевые материалы (полиэтилен, цветные и черные металлы, бумага, картон, пластмассы, стекло и др.), пищевые отходы, отходы промышленных предприятий (ветошь, спецодежда, отработанные масляные и воздушные фильтры и др.) и опасные составляющие ТБО (тяжелые металлы, болезнетворные микроорганизмы и др.). Кроме безопасного сжигания ТБО на мусороперерабатывающем комплексе возможно и уничтожение жидких нефтешламов, в том числе и отработанных масел, нефтесборочных сорбентов и т.д. На эти виды работ научно-производственная фирма “Технология” получила лицензию на переработку.

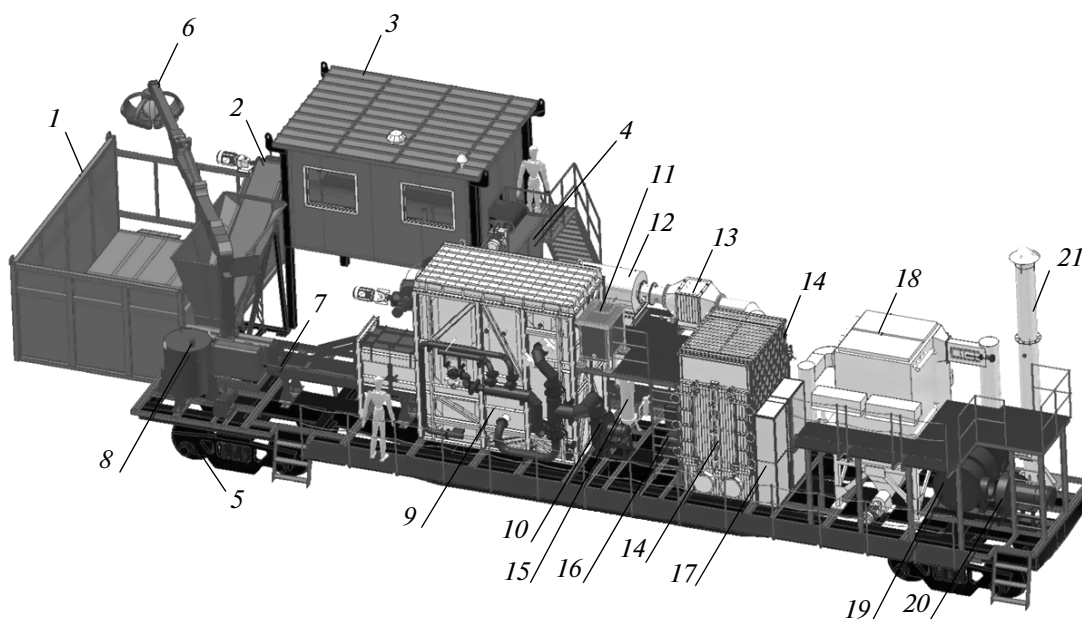
Комплексы по переработке отходов типа МПК обеспечивают соблюдение экологических нормативов при максимальном использовании сырьевой и энергетической ценности ТБО с минимальными приведенными затратами, сокращают расходы на утилизацию, сокращают нагрузку на полигоны ТБО на 90% и снижают опасность отходов до IV класса опасности [6].

Таблица 1. Типичный состав мусора Дусмана, поступающего на утилизацию с железнодорожных составов

Материал	Содержание, %
Бумага, картон	50–55
Текстиль	5–8
Пластмасса	15–20
Пищевые отходы	8–12
Деревоотходы	3–4
Резина	2–3
Неорганические отходы (песок, камни, глина)	6–8

Комплексы по переработке ТБО выполняются в стационарном (блочно-контейнерном) или мобильном исполнении для монтажа на железнодорожной или автомобильной платформе. На рисунке приведен общий вид и наименование основных технологических узлов мусороперерабатывающего комплекса МПК-300.

Основные технологические пределы комплекса. Приемно-сортировочная линия предназначена для приема поступающих ТБО, дозированной подачи их на сортировку, отбора и первичной подго-



Общий вид мусороперерабатывающего комплекса МПК-300: 1 – контейнер для приема ТБО; 2 – загрузочный транспортер с приемным бункером; 3 – сортировочная кабина; 4 – выгрузочный транспортер с приемным бункером; 5 – железнодорожная платформа; 6 – манипулятор с маслостанцией; 7 – загрузочное устройство печи; 8 – топливный бак с системой подачи топлива; 9 – печь термokatалитического обезвреживания отходов; 10 – дутьевой вентилятор с воздухопроводами; 11 – бак с системой подачи щелочного раствора; 12 – центробежно-вихревой пылеуловитель; 13 – каталитический реактор второй ступени; 14 – дымоохладитель второй ступени; 15 – воздухоосушитель; 16 – компрессор; 17 – шкаф управления; 18 – рукавный фильтр; 19 – адсорбционный углетканевый фильтр; 20 – дымосос; 21 – дымовая труба.

товки коммерческой части отходов (полиэтилен, пластик, стекло, металл, бумага и др.) и подачи остатков ТБО (“хвостов”) на термокаталитическое уничтожение.

Приемно-сортировочная линия состоит из следующих основных узлов (рисунок): приемного закрома, предназначенного для хранения ТБО, оснащенного грейферным гидроманипулятором для производства погрузочно-разгрузочных операций; перегрузочного бункера с дозировочным конвейером для подачи на сортировку; сортировочной кабины с конвейерным столом для переборки отходов, контейнерами для сбора коммерческой части отходов, прессами-дробилками для первичной подготовки сырья и бактерицидными лампами над рабочим столом для дезинфекции; промежуточного бункера с конвейером для подачи остатков ТБО на термокаталитическое уничтожение.

Отделение термокаталитического обезвреживания отходов включает в себя: загрузочное устройство с герметичной системой подачи отходов в печь (пневмозаталкиватель, заслонка, крышка, ворошитель, пульт автоматического управления, функционирующий по двум программам); камерную печь, футерованную и оборудованную эжекционной форсункой и горячим дутьевым подводом в подколосниковое пространство и на форсунку; температура в камере сжигания поддерживается в пределах 850–1000°C; камеру дожигания, в которой происходит объемное дожигание органических соединений; в камере установлен высокотемпературный каталитический реактор; температура в камере дожигания достигает 1100°C, время пребывания газов в ней составляет 2–2.5 с; систему впрыска содового раствора; центробежно-вихревой пылеуловитель для предварительной очистки отходящих газов от крупной фракции взвешенных частиц (более 10 мкм) с бункером для уловленной пыли; систему дымоохладителей I и II ступени; воздушные рекуператоры; низкотемпературный каталитический реактор с температурой газов 350–500°C; рукавный фильтр с импульсной регенерацией и бункером для уловленной пыли; адсорбционный углетканевый фильтр; компрессорную установку; тягодутьевое оборудование; систему контроля, управления и защиты.

В блоке каталитической очистки 1-й ступени происходит каталитическое разложение органических соединений, HCl, HF, H₂SO₄, окисление полициклических ароматических углеводородов до CO₂, окисление CO до CO₂, восстановление оксидов азота до элементарного азота и частичное сжигание сажи. Не распавшиеся в камере дожигания хлорорганические соединения (диоксины, фураны) в высокотемпературном блоке каталитиче-

ской очистки разрушаются, образуя углекислый газ, воду и соляную кислоту.

Система впрыска содового раствора предназначена для нейтрализации кислых газообразных HCl, HF, SO₂ и SO₃ путем превращения их в безвредные соли NaCl, NaF, Na₂SO₃, Na₂SO₄.

В центробежно-вихревом пылеуловителе, предназначенном для снижения пылевой нагрузки на каталитический реактор второй ступени и рукавный фильтр, отходящие дымовые газы очищаются от крупных (до 50 мкм) фракций пыли и сажи на 85–95%.

В каталитическом реакторе 2-й ступени, установленном за центробежно-вихревым пылеуловителем и работающем в температурном режиме 500–610°C, происходит окончательное обезвреживание (нейтрализация) возможных, вследствие присутствия человеческих факторов, “проскоков” вредных хлорорганических соединений.

Рукавный фильтр очищает дымовые газы от мелкодисперсной пыли. Эффективность его функционирования составляет 99.5–99.8%; при этом возможная концентрация пыли на выходе из него может составлять 7–10 мг/м³, которая является величиной меньшей, чем допустимое содержание пыли в выпускных газах, нормативное для теплоэнергетического оборудования.

В углетканевом фильтре при резком охлаждении отходящих газов с 100–120°C до 40°C происходит конденсация паров ртути, кадмия, кобальта и других тяжелых металлов на углетканевой кассете фильтра. Разбавление отходящих газов воздухом осуществляется через впускной клапан.

Был проведен цикл исследований по определению экологической эффективности функционирования МПК-300 [7]. Сравнительные данные по количеству веществ, выбрасываемых в атмосферу до и после очистки посредством мусороперерабатывающего комплекса, представлены в табл. 2.

Использование каталитических преобразователей вредных газовых выбросов на МПК-300 позволяет снизить содержание в окружающей среде токсичных веществ [8]:

- непредельных ароматических углеводородов C₃–C₂₀ на 11.944 т/год;
- хлорсодержащих углеводородов на 0.81 т/год;
- полициклических ароматических углеводородов на 3.176 т/год.

Всего в течение года каталитические преобразователи предотвращают попадание в атмосферу около 188 т токсичных веществ.

Данные по нормативному, допустимому содержанию в выпускных газах и содержанию вредных веществ в отходящих газах МПК-300 сведены в табл. 3.

Таблица 2. Количество выбросов токсичных веществ до и после очистки

Наименование компонентов	Количество выбросов, кг/ч		Степень очистки, %
	до очистки	после очистки	
Оксиды азота	0.41	0.162	60.5
Оксид углерода	15.2	1.54	99.0
Хлористый водород	0.216	0.012	95.0
Фтористый водород	0.135	0.007	95.0
Полициклические ароматические углеводороды	0.402	0.005	98.5
Хлорсодержащие углеводороды	0.101	0.0024	98.6
Предельные углеводороды	1.514	0.021	98.6
Бенз(а)пирен	0.135×10^{-5}	0.1×10^{-9}	99.92
Диоксины	0.081×10^{-5}	0.8×10^{-9}	99.9910
Фураны	0.054×10^{-5}	0.5×10^{-9}	99.99
Пыль	5.4	3×10^{-4}	99.9
Сажа	1.0	0.09	91.0

Таблица 3. Сравнительные данные нормативного, допустимого содержания вредных веществ в выпускных газах и в отходящих газах передвижной установки

Вредные вещества	Содержание в отходящих газах, мг/м ³	
	допустимое, не более	от мусоросжигательной установки
HCl	10	0.01
SO ₂	50	нет
NO _x	100	70
CO	100	5.7
C _{орг}	10	9
Пыль	10	2

ЗАКЛЮЧЕНИЕ

Данные, приведенные в таблицах, показывают, что применение термокаталитической технологии обезвреживания дымовых газов посредством мобильных мусороперерабатывающих комплексов позволяет сократить содержание в окружающей среде токсичных веществ и вносить таким образом вклад в решение важной экологической проблемы по борьбе с канцерогенами, диоксинами и фуранами, которые являются причинами мутагенности и заболеваемости.

В 2009 г. на железнодорожном вокзале Харьков-пассажирский введен в эксплуатацию комплекс МПК-300, перерабатывающий отходы прибывающих на вокзал поездов и всех вспомогательных служб и подразделений вокзала. После ввода в эксплуатацию мусороперерабатывающего комплекса службы вокзала отказались от накопления и вывоза поступающих отходов на полигон. Как показала практика его эксплуатации, такие мероприятия оказались целиком обоснованными и являются не только более экономически выгодными, но и экологически безопасными. Расчеты показывают, что вредные выпускные газы, создаваемые мусоровозами, на порядки больше загрязняют окружающую среду, чем разработанный мобильный мусороперерабатывающий комплекс.

СПИСОК ЛИТЕРАТУРЫ

1. Аксенов В.Л., Морозов Ю.В., Дубошый А.Н., Кернажицкая Е.С. Сжигание твердых бытовых отходов // Охрана окружающей среды и рациональное использование природных ресурсов. Экспресс-информ. Вып. 1. Киев: УкрНИИТИ, 1989. С. 12.
2. Аксенов В.Л., Дубошый А.Н., Король В.Д., Кернажицкая Е.С. Исследование выбросов при сжигании ТБО // Хим. технология. 1991. № 6. С. 87.
3. Рыжавский А.З., Зубков Л.Ф., Венрицкий С.С., Ровенский А.И. Экологические характеристики и использование тепла мусоросжигающих установок // Збірник матеріалів другої науково-практичної конференції "Енергозбереження при термічній

- переробці відходів — значний потенціал енергоресурсів” Досвід, досягнення та перспектива. Київ: Тов. “Знання” України, 2002. С. 13.
4. *Веприцкий С.С., Зубков Л.Ф., Ровенский А.И.* Экологически безопасные мобильные мусоросжигающие установки // Збірник матеріалів другої науково-практичної конференції “Енергозбереження при термічній переробці відходів — значний потенціал енергоресурсів” Досвід, досягнення та перспектива. Київ: Тов. “Знання” України, 2002. С. 15.
 5. *Ведь В.Е., Зубков Л.П., Бородин В.И., Ляшенко О.М., Ровенський О.І.* Каталізатор для очищення газоподібних викидів, що містять пил // Деклараційний патент України 14261. Бюл. № 1. 17.01.2005.
 6. *Ведь В.Е., Зубков Л.Ф., Остапчук В.Н.* Исследование эффективности каталитической очистки газов в передвижной мусоросжигательной установке // Проблемы машиностроения. 2004. Т. 7. № 4. С. 87.
 7. *Ровенский А.И., Ведь В.Е., Симоненко А.В.* Экологическая эффективность функционирования передвижных мусоросжигательных комплексов // Структурна перебудова та екологізація в контексті переходу України до збалансованого розвитку: Матеріали Українського екологічного конгресу 10–11 грудня 2009 р. Київ: Центр екологічної освіти та інформації, 2009. С. 229.
 8. *Остапчук В.Н., Ведь В.Е., Уманец Н.Г., Ровенский А.И.* Процессы катализа как эффективные методы очистки газовых выбросов от примесей вредных веществ // Проблемы машиностроения. 2007. Т. 10. № 3. С. 76.